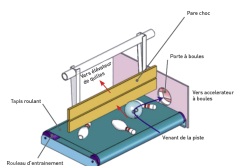


Application



Accélérateur de boules pour bowling Concours Mines Telecom

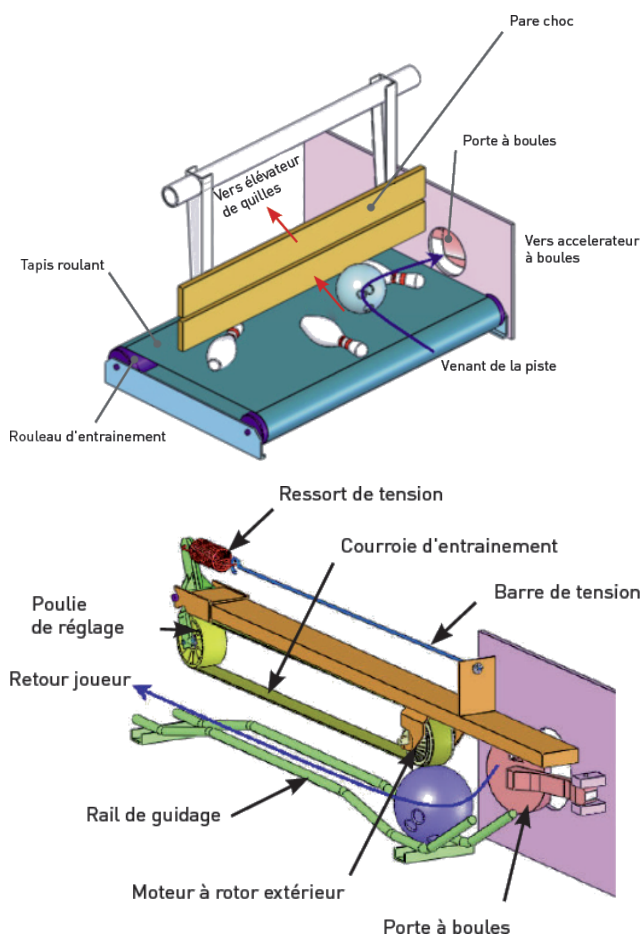
Savoirs et compétences :

Présentation du système

Au bowling, lors du lancer d'une boule, celle-ci tombe avec les quilles, dans une fosse placée en contrebas de la piste. Elle est constituée :

- d'un pare choc qui permet d'absorber l'impact de la boule;
- d'un tapis roulant qui dirige les quilles vers l'élévateur à quilles en passant sous ce pare choc.

La légère inclinaison du tapis roulant permet d'amener la boule retenue par le pare choc vers l'accélérateur à boules en passant par la porte à boules.

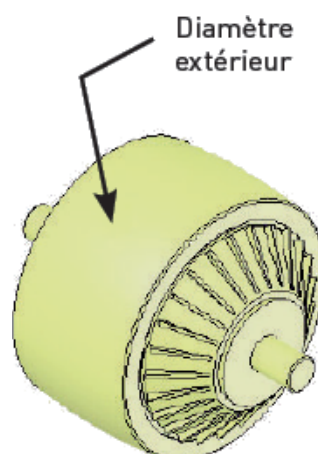


L'accélérateur de boules

Monté entre deux réquilleurs, il renvoie les boules aux joueurs de chacune des deux pistes. La boule passant par

la porte à boules arrive sur la pente d'un rail de guidage qui l'amène sous une courroie d'entraînement par son propre poids. La courroie est entraînée par un moteur à rotor extérieur (Il joue le rôle de poulie motrice).

Une poulie réceptrice articulée permet de moduler la tension de la courroie par l'intermédiaire d'un ressort et d'une barre de tension.



Diamètre extérieur $D = 150 \text{ mm}$. Masse de la boule étudiée : $M = 5 \text{ kg}$.

L'accélérateur de boules est entraîné par un moteur asynchrone à rotor extérieur (Figure 3).

Objectif Exigences : assurer le retour de la boule.

Cette exigence se traduit par assurer une vitesse de sortie de l'accélérateur de boules : $\overrightarrow{V}(C \in \text{Boule}/\text{Rails}) = \overrightarrow{V_S} \overrightarrow{x_0} = 1 \text{ m s}^{-1}$.

Travail

Pour les 2 objectifs suivants, on vous demande de :

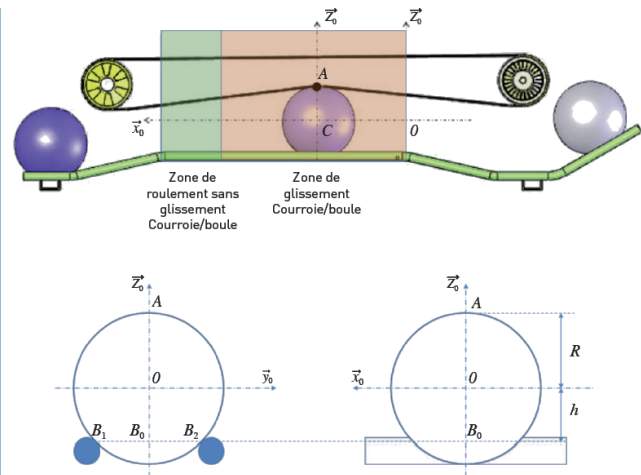
1. présenter une démarche permettant de résoudre le problème.
2. en suivant les indications de l'examineur, développer tout ou partie de votre démarche.

Objectif — Objectif 1. Déterminer la vitesse de rotation nominale du moteur afin de répondre à l'exigence.

Aide et hypothèses : on suppose qu'il existe une zone en fin d'accélérateur où la boule roule sans glisser sur la courroie.

Objectif — Objectif 2. On souhaite asservir la vitesse de rotation du moteur. Proposer une modélisation visant à étudier les performances de l'asservissement du moteur.

Aide : les figures ci-dessous peuvent vous permettre de résoudre vos problèmes.



ÉLÉMENTS DE CORRECTION

Objectif 1

DÉMARCHÉ POSSIBLE OU ATTENDUE

Si on part de la vitesse connue, il faut

1. Relier la vitesse du centre de la boule $\vec{V}_O(Boule/Rails)$ à la vitesse de la courroie $\vec{V}_O(Courroie/Rails)$.
2. Relier la vitesse de la courroie à la vitesse de rotation du moteur

RÉSOLUTION

On commence par le point 2 qui est le plus simple

2 – En supposant que la courroie ne glisse pas sur le tambour moteur, on a

$$\vec{V}(A, Courroie/Rail) = \frac{D}{2} \cdot \omega_{mot} \vec{x}_0 = V_A \vec{x}_0$$

1 – Pour cette partie, un graphe des liaisons est le bienvenu même s'il n'est pas fondamental vu la simplicité du système.

En faisant l'hypothèse de roulement sans glissement en A entre la courroie et la boule, on a

$$\vec{V}(A, Boule/Rails) = \underbrace{\vec{V}(A, Boule/Courroie)}_{\vec{0}} + \vec{V}(A, Courroie/Rail) = V_A \vec{x}_0$$

Si on veut introduire $\vec{V}(O, Boule/Rail)$, on écrit

$$\vec{V}(O, Boule/Rail) = \vec{V}(A, Boule/Rail) + \vec{OA} \wedge \vec{\Omega}(Boule/Rail)$$

$$V_c \vec{x}_0 = V_A \vec{x}_0 + \vec{OA} \wedge \vec{\Omega}(Boule/Rail)$$

A priori, on ne connaît rien de $\vec{\Omega}(Boule/Rail)$.

On peut « intuitiver » la direction \vec{y}_0 , ce qui peut conduire à

$$V_c \vec{x}_0 = V_A \vec{x}_0 + R \vec{z}_0 \wedge \omega_b \vec{y}_0$$

$$V_c = V_A - R \omega_b$$

Mais on est bloqué par $\omega_b \vec{y}_0$.

Pour lever ce problème, on doit trouver un autre point de vitesse connue. Ce qui conduit à utiliser l'hypothèse de roulement sans glissement en B_1 (ou B_2) ... ces hypothèses permettent également de justifier la direction de $\vec{\Omega}(Boule/Rail)$.

$$\vec{V}(A, Boule/Rail) = \vec{V}(B, Boule/Rail) + \vec{AB} \wedge \vec{\Omega}(Boule/Rail)$$

$$V_A \vec{x}_0 = - (R+h) \vec{z}_0 \wedge \omega_b \vec{y}_0$$

$$V_A = (R+h) \omega_b$$

Finalement

$$V_c = \left(1 - \frac{R}{R+h}\right) V_A = \frac{h}{R+h} V_A$$

Donc

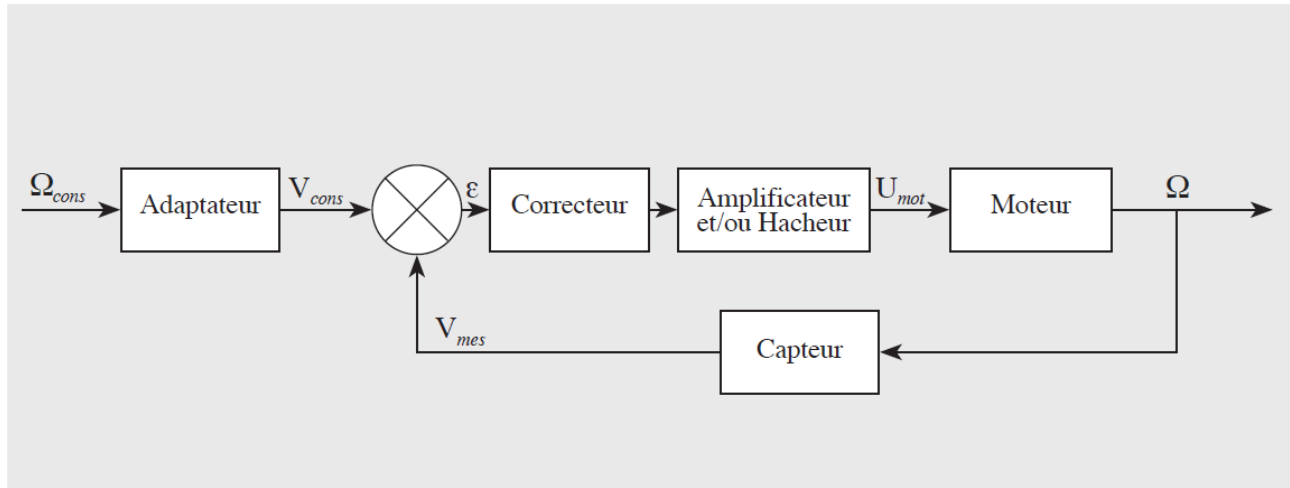
$$\omega_{mot} = \frac{2}{D} \cdot \frac{R+h}{h} \cdot V_c$$

Il y a d'autres méthodes/présentation, pour obtenir ce résultat. L'important étant d'expliquer sa démarche et non d'affirmer des résultats.

Objectif 2

Cet objectif se rapproche d'une question de cours.

On attend en premier lieu un schéma bloc fonctionnel simple du type :



A partir de ce schéma, une discussion s'engage avec l'examineur sur, par exemple

- Le type de capteur utilisable (incrémental, génératrice tachymétrique ..)
- L'intérêt de l'adaptateur
- L'intérêt et la nature d'un hacheur
- Une modélisation du moteur (sur la base d'un MCC) ... l'intérêt et/ou la réalisation d'une boucle de courant.
- Les types de corrections... la réalisation des correcteurs.
- ...

Les possibilités de questions sont assez vastes et dépendent de la réaction et de l'interaction avec le candidat.

Remarques

GÉNÉRALITÉS

Ce sujet a une partie mécanique « calculatoire », alors que la partie asservissement est plus orientée sur les connaissances et l'appropriation du candidat. Ce n'est pas le cas de tous les sujets, pour certains, c'est la partie asservissement qui est plus calculatoire.

SUR LE SUJET

- Ce sujet peut finalement sembler cours et simple mais en 30 mn sans préparation peu de candidat arrive à le traiter.

SUR LE PREMIER OBJECTIF

- Beaucoup de candidat affirme un résultat sans démarche non seulement ils sont dans l'incapacité d'expliciter une démarche même lorsqu'on la leur demande...on a des réponses du type « c'est évident ». Et, dans 100% des cas l'affirmation est fausse.
- La décomposition du problème en deux étapes est également mal présentée.
- L'HSRG est souvent mal maîtrisée ... c'est pourtant du cours basique.

SUR LE SECOND OBJECTIF

- Il est surprenant de constater que la majorité des candidats reste bloqué et ne pense pas à présenter un schéma bloc avec des éléments de base.